



**VALORACIÓN DEL SUFRIMIENTO HUMANO EN UN ESTADO  
DE EMERGENCIA MÉDICA: CASO BARRANQUILLA  
COLOMBIA**

**MAIRA MILENA DELGADO LINDEMAN**

**Tesis para optar al grado de  
Magíster en Ingeniería Civil.**

**Tutor:**

**JULIÁN ALBERTO ARELLANA OCHOA**

**Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental**

**Barranquilla, noviembre 2017**

## Agradecimientos

*Primeramente, doy gracias a DIOS, sin Él nada en mi vida es posible. A mi madre que consolidó el ser humano que soy y sembró en mí el interés de estudiar, establecer metas y esforzarme por hacer realidad los anhelos de mi corazón.*

*A mi padre y hermanas porque sin su amor, confianza y apoyo incondicional, este camino profesional que he ido cimentando no fuera una realidad.*

*Con especial gratitud hacia mi tutor, profesor Julián Arellana y a mi profesor Víctor Cantillo quienes fueron la guía idónea para desarrollar este trabajo de investigación de manera satisfactoria.*

*Finalmente resalto la importancia de cada uno de mis amigos y compañeros de estudio, quienes han sido especial compañía en este proceso personal y profesional en el que he afianzado y enriquecido mis conocimientos.*

*Maira Delgado Lindeman*

## Resumen

Los Servicios de Emergencias Médica (SEM) tienen por objeto la atención coordinada e inmediata de un paciente que se encuentra en estado de riesgo. El sufrimiento humano es una externalidad asociada a los SEM en caso de no poder proporcionar atención inmediata a un paciente. La cuantificación del sufrimiento humano es posible gracias a la estimación de una Función de Costo de Privación (FCP) apropiada. Lamentablemente, a pesar de que el valor del sufrimiento humano debería considerarse dentro de la planeación, operación y gestión de SEM, no existen estudios que realicen la estimación de estas funciones de privación, en el contexto de SEM. Reconociendo la importancia del rol que desempeña la valoración del sufrimiento, esta investigación tiene por objeto proponer una función de costo de privación basado en modelos de elección discreta. La función propuesta pretende valorar la externalidad asociada a la atención primaria en situaciones de emergencia. Para efecto de la investigación se tomó como caso de estudio la ciudad de Barranquilla, Colombia. Dentro de los atributos que describen las FCP propuesta se encuentran: el costo del servicio, el tiempo de espera del servicio, el tiempo transcurrido al momento de tomar la decisión, el tiempo para agravarse y el estrato socioeconómico. La inclusión de la variable tiempo para agravar permitió evaluar la valoración para diversos niveles de gravedad del paciente. Esta valoración resultó ser mayor para estados más graves. Además, el estrato socioeconómico mostró ser altamente influyente en la valoración de la pérdida de bienestar.

## Contenido

Resumen.....	3
1    Introducción.....	5
1.1    Planteamiento del problema .....	6
1.2    Justificación .....	7
1.3    Objetivos .....	7
2    Antecedentes.....	8
2.1    Servicio de emergencia médica.....	8
2.2    Externalidades en la atención en salud .....	10
2.3    Función de costo de privación y su contexto .....	11
2.4    Métodos de valoración económica de externalidades.....	12
2.5    Encuestas de preferencia declarada.....	14
2.6    Modelos de elección discreta.....	15
2.6.1    Modelo Logit Multinomial (MNL) .....	16
2.6.2    Variación Sistemática de los Gustos (VSG) .....	17
2.6.3    Modelo Logit Mixto (ML) para datos panel.....	17
2.6.4    Medidas de bienestar en modelos de elección discreta .....	18
3    Metodología.....	19
3.1    Diseño experimental.....	20
3.1.1    Contexto de elección.....	21
3.1.2    Diseño estadístico del experimento.....	22
3.2    Caso de aplicación .....	23
3.3    Estimación y análisis de modelos .....	26
4    Conclusión .....	32
5    Referencias .....	32

## 1 Introducción

Los servicios de emergencias médicas (SEM) cumplen un rol importante en la atención de emergencia dentro de un territorio. Los SEM serán los encargados de proporcionar la atención médica primaria ante la ocurrencia inesperada de sucesos por fuera de un centro hospitalario (por ejemplo en el lugar de trabajo o estudio, en una residencia o en el espacio público). El tiempo de respuesta para la atención del incidente es parte fundamental en los estudios de los SEM. Algunos autores han discutido la relevancia y el efecto que tienen los tiempos de respuesta en la minimización de la tasa de mortalidad (Jiménez Fabrega and Espila, 2010; Keeffe *et al.*, 2011). Otros autores han propuesto el tiempo de respuesta esperado, óptimo o recomendado para la atención primaria (Blackwell and Kaufman, 2002; Sánchez-Mangas *et al.*, 2010; Blanchard *et al.*, 2012). Además, existen sistemas estructurados de clasificación de pacientes que proporcionan una priorización en la atención de acuerdo a la gravedad estipulando unos tiempos de atención máximos que deben ser cumplidos en la atención (Gómez, 2003).

A medida que el tiempo de espera crece, el paciente percibe una pérdida de bienestar asociada a la falta de atención primaria. La pérdida, continuará incrementándose en el tiempo hasta que se recibe la atención de un SEM. Esta externalidad se puede asociar al sufrimiento humano, el cual ha sido estudiado en los últimos años en el contexto de la logística humanitaria ante situaciones de desastre. En el campo de la logística humanitaria, se han desarrollado Funciones que buscan cuantificar el Costo de Privación (FCP), definido como el valor económico del sufrimiento humano que perciben los individuos ante la carencia de un bien o servicio (Holguín-Veras *et al.*, 2012, 2013, 2016; Cantillo *et al.*, 2017).

Para valorar la privación de los servicios se han utilizado métodos de valoración económica que permiten estimar la disposición a pagar de los individuos para acceder a dicho servicio (Bateman, 1993; Freeman, 1993). Las encuestas de preferencia declarada han permitido obtener información acerca del sufrimiento humano, a través de técnicas de valoración contingente y modelos de elección discreta. A partir de los modelos de elección discreta ha sido posible obtener medidas de bienestar haciendo uso de la tasa marginal de sustitución y el cambio en el excedente del consumidor (Holguín-Veras *et al.*, 2016; Cantillo *et al.*, 2017).

Al no encontrar registros de estudios anteriores que utilicen el concepto de función de costo de privación, en el contexto de SEM, esta investigación tiene por objeto proponer una función de costo de privación a partir de la estimación de modelos de elección discreta. De esta manera se podrá valorar la externalidad asociada a la demora en la atención primaria en situaciones de emergencia médica. Con los resultados se pretende demostrar la relevancia que puede tener esta externalidad en la planeación, operación, gestión del sistema de emergencia y en la concertación de políticas públicas encaminadas a prestar servicios eficientes con una mejor distribución de los recursos y con un enfoque social.

Este documento tiene la siguiente organización. Inicialmente se presenta el planteamiento del problema, la relevancia de esta investigación y los objetivos que se han planteado. Seguidamente, la sección 2 presenta la revisión literaria de los antecedentes pertinentes a la investigación,

especificando la operación de los servicios de emergencia médica, la valoración de las externalidades en la atención de salud, contexto y definición de las FCP, metodologías utilizadas para la valoración económica de externalidades, encuestas de preferencia declarada y modelos de elección discreta. La sección 3, muestra la metodología utilizada, describiendo el diseño experimental de la encuesta de preferencia declarada utilizada, el caso de aplicación, la estimación y el análisis de los modelos. Finalmente, en la sección 4 se exponen las principales conclusiones de la investigación.

## **1.1 Planteamiento del problema**

La planeación, operación y gestión de los SEM continuamente buscan minimizar los costos y mejorar la atención percibida por los pacientes. Dentro de sus criterios de optimización se encuentran la minimización de costos directos, costos operacionales, maximizar la calidad del servicio que va relacionada principalmente con la cobertura, los tiempos de atención, y/o la carga de trabajo(Aringhieri *et al.*, 2017).

El tiempo de respuesta de los SEM ha cobrado gran interés en los últimos años. Principalmente en su relación con la reducción de la tasa de mortalidad. En este sentido, por un lado se encuentra un conjunto de trabajos que respaldan la importancia de reducir el tiempo de respuesta de los SEM, para aumentar la probabilidad de supervivencia del paciente(Pell *et al.*, 2001; Pons *et al.*, 2005; Gonzalez *et al.*, 2009; Newgard *et al.*, 2010; McCoy *et al.*, 2013; Ty Wilde, 2013; Jaldell, Lebnak and Amornpetsathaporn, 2014). Por otro lado, existen estudios en los que no se encuentra relación entre la tasa de mortalidad y el tiempo de respuesta de los SEM o que en su defecto concluyen que el beneficio de tiempos menores puede estar asociado a otras variables(Blackwell and Kaufman, 2002; Pons *et al.*, 2005; Blackwell *et al.*, 2009; Blanchard *et al.*, 2012).

Independientemente, de la existencia o no de la relación entre el tiempo de respuesta y la tasa de mortalidad, no se puede desconocer que ante una situación de emergencia médica, el paciente experimenta una pérdida de bienestar debido a la privación del SEM. A medida que el tiempo de respuesta aumenta, la pérdida de bienestar tenderá a aumentar.

Por otra parte, tal como lo expresan Lerner *et al.*, (2006) la evaluación del impacto de la atención pre-hospitalaria es relativamente nueva como tema de investigación. Por lo anterior, existe una necesidad de proponer enfoques para optimizar los recursos disponibles en la atención de la salud. La pérdida de bienestar debida a la privación de la atención de la emergencia, se puede relacionar a una externalidad intrínseca del SEM. La valoración económica de esta externalidad podría cambiar el enfoque o potenciar los criterios actualmente utilizados en las etapas de planeación, operación y gestión de los SEM. Además, podría jugar un rol importante en la concertación de políticas públicas encaminadas a prestar servicios eficientes con una mejor distribución de los recursos y con un enfoque social.

Aprovechando los recientes estudios de las FCP en el contexto de la logística humanitaria para la atención al desastre, este trabajo de investigación se plantea resolver las siguientes preguntas ¿Es posible calibrar una FCP basado en un modelo de elección discreta, para valorar la externalidad

asociada al sufrimiento humano por una atención no oportuna en un contexto de emergencia médica? ¿Cuáles son los atributos que describirían la FCP? ¿Es el costo de privación producto de la no atención inmediata, significativamente importante para ser tenido en cuenta en la planeación, operación y gestión de los servicios de emergencia médica?

## **1.2 Justificación**

Anualmente, 24 millones de muertes están relacionadas con las condiciones médicas de emergencia en los países de ingreso medio y bajo (Hsia *et al.*, 2015). En Colombia entre las razones que ocasionan la mayor cantidad de muertes en su orden son: cardiopatías isquémicas, lesiones por violencia interpersonal, enfermedades cerebrovasculares, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), infección respiratorias, enfermedad renal crónica y lesiones por accidentes de tránsito (Institute for Health Metrics and Evaluation, 2015), todas relacionadas a posibles episodios de emergencias.

Por ejemplo, el Centro Regulador de Urgencias, Emergencias y Desastres (CRUE) de Bogotá, recibe al día en promedio 2.135 llamadas y se generan alrededor de 759 despachos de ambulancia al día para atención de urgencias (Jiménez, 2016). Estas cifras evidencian el rol fundamental que desempeñan los SEM en cada territorio y la importancia de la planeación, operación y gestión de estos sistemas.

Las funciones de costo de privación permiten una valoración económica de la externalidad asociada al no acceso a un bien o servicio. Actualmente, solo se han calibrado este tipo de funciones en contextos de logística humanitaria. Esta investigación busca implementar estas funciones al contexto de los SEM.

Con la calibración de FCP en el contexto de emergencia médica, se espera valorar la pérdida de bienestar debido a la demora en la atención primaria ante una situación de emergencia. Esta valoración cubrirá parte de la necesidad teórica de la evaluación del impacto de la atención pre-hospitalaria (Lerner, Maio, Garrison, & Nichol 2006). Adicionalmente, la valoración podrá ser incluida en la planificación, operación y gestión de los sistemas de emergencia como un nuevo enfoque o un potenciador de los enfoques actuales.

## **1.3 Objetivos**

### **Objetivo General**

Proponer una función de costo de privación basada en modelos de elección discreta, para valorar la externalidad asociada a la demora en la atención primaria en situaciones de emergencia médica.

### **Objetivos Específicos**

- Diseñar un instrumento que permita valorar el sufrimiento humano en un estado de emergencia médica.
- Formular y estimar un modelo de elección discreta para valorar la externalidad asociada al sufrimiento humano en un contexto de emergencia médica.

- Estimar curvas de pérdida de bienestar que cuantifiquen los costos sociales asociados a la no atención oportuna de los servicios de emergencia

## 2 Antecedentes

En esta sección, se presentarán los antecedentes pertinentes para la comprensión del presente trabajo de investigación. Se hará un recuento de los principales aspectos de los servicios de emergencias médicas, los conceptos de externalidades asociadas a la atención en salud, las características y contexto de las funciones de costo de privación y las herramientas utilizadas para la valoración económica del sufrimiento humano.

### 2.1 Servicio de emergencia médica

Los servicios de emergencia médica (SEM) tienen por objetivo la atención médica coordinada e inmediata del paciente que se encuentra en estado de riesgo. La National Registry of Emergency Medical Technicians (NREMT) los define como sistemas que proporcionan la atención médica primaria de emergencia por fuera de los hospitales para posteriormente trasladar al paciente a la atención definitiva. Adicionalmente, en algunos lugares los SEM son los encargados del traslado de pacientes de un centro médico a un centro especializado, generalmente de mayor nivel de complejidad.

La cadena de eventos para la atención de un incidente que requiera servicio de emergencia médica tiene la siguiente secuencia: Inicialmente se identifica y reporta el incidente al centro de control, se llega a una valoración inicial de la severidad del incidente, se procede con el despacho del vehículo especializado, se procede con la intervención de paramédicos (etapa de atención). Finalmente, el vehículo se desplaza, bien sea a la estación de origen o hacia el centro hospitalario requerido (Brotcorne, Laporte, & Semet, 2003).

Los SEM utilizan dos tipos de vehículos especializados clasificados como vehículo de transporte asistencial básico (Basic Life Support, BLS) y el transporte asistencial médico (Advanced Life Support, ALS). Los BLS están a cargo de auxiliares de enfermería o tecnólogos en atención pre-hospitalaria y son utilizados para atender y estabilizar al paciente in situ para su posterior traslado a un centro hospitalario y para realizar traslados entre centros. Los ALS por el contrario, están a cargo de médicos especialistas en atención pre-hospitalaria y son utilizados para traslados de pacientes de alta complejidad o pacientes críticos (Mandell, 1998).

Los tiempos de respuesta ante una situación de emergencia médica han sido de gran interés en los últimos años (Pell *et al.*, 2001; Jiménez Fabrega and Espila, 2010; Keeffe *et al.*, 2011). Algunos estudios han tratado de establecer rangos y cifras del tiempo de respuesta esperado, óptimo o recomendado. Otros, han buscado establecer si existe o no relación de la espera requerida para recibir una atención inicial con la tasa de mortalidad. Por ejemplo, Blackwell & Kaufman (2002), establecieron que el tiempo entre el centro de ambulancias y el evento debe ser máximo de 5 minutos para asegurar una mayor probabilidad de supervivencia de los involucrados en entornos urbanos. Sin embargo, en sus conclusiones aclaran que pueden existir otras variables que pueden



estar asociadas con la mayor tasa de supervivencia en esta franja de 5 minutos. En 2005, Pons et al. determinaron que para pacientes de riesgo intermedio o alto, la atención se debe realizar antes de los 4 minutos. Por su parte, Sánchez-Mangas et al. (2010) demostraron que para reducir en un tercio la probabilidad de muerte debido a un accidente en vías interurbanas, se debe reducir en 10 minutos el tiempo de atención. Blanchard et al. (2012), en su estudio verificaron la diferencia en la tasa de mortalidad debido a una atención en tiempos mayores o menores a 8 minutos, tiempo recomendado para la respuesta de un ALS, en base a la maximización de la supervivencia a paro cardíacos de adultos en este tiempo. La conclusión del estudio afirma que puede existir un pequeño efecto beneficioso para las atenciones con tiempos menores a los 8 minutos pero que se debe realizar análisis adicionales para definir a qué tipo de pacientes se aplica.

Por otra parte, existe un concepto proveniente de la medicina militar de los años 1800 que hoy en día es utilizado como parte fundamental en la operación de los servicios de emergencia. Este es el triaje, su función es evaluar de forma rápida el estado clínico del paciente que hace uso del servicio de emergencia médica para clasificarlo en función de la gravedad y determinar el tiempo máximo aceptable para la atención definitiva. Es importante saber que las patologías asociadas a las emergencias son tiempo-dependientes, es decir, el retraso de la atención influye negativamente en la salud del paciente. Por el contrario, una atención adecuada y en el tiempo oportuno puede modificar su pronóstico (Jiménez Fabrega and Espila, 2010).

Existen diversos sistemas de triaje estructurado tales como ATS, CTAS, MTS, ESI, MAT, entre otros. A pesar que todos tienen criterios diferentes para clasificar a los pacientes la mayoría de los sistemas utilizados hoy en día coinciden en una escala de 5 categorías. La Tabla 1 muestra la clasificación de pacientes en los servicios de urgencias y emergencias, acompañada con una breve descripción y el tiempo de acción o asistencia recomendada basada en la escala MAT (Modelo de triaje de Andorra)(Gómez, 2003).

<b>Triage</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo de Acción/Asistencia(min)</b>
<b>I</b>	Riesgo vital (resucitación)	< 7
<b>II</b>	Emergencia de riesgo vital	7-20
<b>III</b>	Urgente de riesgo vital potencial	20-45
<b>IV</b>	Semi-urgente, potencialmente seria	60-120
<b>V</b>	Menos urgente o no urgente	240

**Tabla 1. Clasificación de pacientes en los servicios de urgencias y emergencias**

En Colombia, en el año 1994, se establecieron cinco pilotos de Centro Reguladores de Urgencia (CRU), en Bogotá, Cali, Medellín, Bucaramanga y Cartagena. El objetivo de los CRU era coordinar la red de urgencias de cada territorio. Debido a la reorientación de los objetivos de los centros, estos actualmente tienen por nombre CRUE (Centros Reguladores de Urgencias, Emergencias y Desastres). Su objetivo es la integración y coordinación de la red que permitan la articulación de las unidades prestadoras del servicio de salud tanto públicas como privadas ante la atención pre-hospitalaria, emergencias y desastres de los territorios. En el año 2010, en el país ya se encontraban habilitados 24 CRUEs operados a nivel departamental, por lo que el Ministerio de Salud y Protección

Social aprobó las condiciones y requisitos para la organización, operación y funcionamiento de los CRUE dispuestos en la resolución 1220 de 2010.

Para la operación de los CRUE cada territorio tiene habilitado un número telefónico, donde la ciudadanía puede reportar incidentes al centro de control y este proporcionará la atención inicial de la urgencia. En el caso de emergencias médicas, la atención inicial de urgencia tiene por objeto estabilizar a la persona en sus signos vitales, realizar un diagnóstico preliminar y definir el destino inmediato del paciente. El CRUE Bogotá por ejemplo, recibe al día en promedio 2.139 llamadas y se generan alrededor de 743 despachos de ambulancia al día para atención de urgencias (Jiménez, 2016). La atención pre-hospitalaria se ha identificado como una prioridad en el fortalecimiento del sistema de salud en el país para el manejo de urgencias y emergencias.

La ley colombiana estipula las ambulancias como vehículos de emergencia regidos por la ley 769 de 2002, resolución 1439 y el código nacional de tránsito. Adicionalmente, la ley 100 de 1993 estipula que todas las instituciones o entidades de salud están obligadas a prestar la atención inicial de urgencias(en condiciones de triaje nivel 1, 2 y 3) independiente de la capacidad de pago del paciente (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

En países en desarrollo, el sector privado ha incrementado su participación en el Sistema de Salud (Mills *et al.*, 2002). En el caso de Colombia, el sistema de salud funciona con Empresas Prestadoras de Salud (EPS) e Instituciones Prestadoras del Servicio (IPS) que buscan mayores utilidades y no el beneficio de los pacientes (Molina Marin and Caceres Manrique, 2011). Como consecuencia, se han presentado un sin número de irregularidades tales como corrupción, selección de la población a atender, baja cobertura y problemas económicos, que han llevado a la muerte a un gran número de pacientes (Abadía-barrero *et al.*, 2008; Molina Marín *et al.*, 2010; Gossain, 2012; Riveros Pérez and Amado González, 2012; Molina and Ramírez, 2013).

Cifras del Ministerio de Salud y Protección Social, expresan que cada una de las regiones del territorio colombiano tiene al menos 2 IPS por cada 100.000 habitantes. En el caso de los departamentos, Vaupés tiene el menor índice (5/ 100.000 hab) y Casanare el mayor (35/100.000 hab). En cuanto a centros de urgencias el Departamento del Atlántico presenta el menor índice y Amazonas el mayor índice con 1 y 13 centro de urgencias por cada 100.000 habitantes respectivamente. Bogotá presenta un índice de 1 centro de urgencia por cada 100.000 habitantes mientras que Barranquilla presenta un índice de 4 centros de urgencias por cada 100.000 habitantes (Ministerio de Salud y Protección Social, 2017).

## **2.2 Externalidades en la atención en salud**

Dado que los servicios de emergencia médica son los encargados de la atención primaria ante un estado de emergencia de pacientes incapaces de movilizarse por sus propios medios, garantizar la cobertura a nivel geográfico y dentro de un rango de tiempo aceptable es fundamental para proteger la vida de los ciudadanos. Esto implica la importancia de entender la atención de la salud como un servicio económico que se diferencia de los demás bienes debido a cuatro características conjuntas: su demanda es derivada, está asociada a externalidades, existe información asimétrica

entre proveedor del servicio y paciente y presenta incertidumbre tanto en la necesidad como en la efectividad del servicio (Culyer and Newhouse, 2000).

En cuanto a las externalidades, estas se definen como los efectos externos (bien sea positivos o negativos) que sufren una o varias personas por acciones u omisiones de otras. Su importancia está asociada a obtener un óptimo social considerado como una medida de bienestar.

Las externalidades asociadas a la atención en salud, históricamente se han evaluado y discutido mediante tres diferentes etapas, encontrando conceptos y aplicaciones particulares para cada una de ellas. En su etapa inicial, para estos análisis se omitieron externalidades asociadas a los servicios de atención de emergencia por considerarse pocas o inexistentes. Las externalidades incluidas durante esta etapa, estaban relacionadas a los efectos en la salud física, por ejemplo, las enfermedades de transmisión directa (entre seres humanos) o indirectas (medio físico), y relacionadas a las intervenciones para mejorar la salud pública (externalidades positivas). En la segunda etapa, se comenzó a modelar la utilidad de los servicios generales de salud como cualquier otro producto, asociando las externalidades derivadas del consumo de la prestación de la atención médica del resto de usuarios. Adicionalmente, debido a que el servicio de atención médica es de consumo poco frecuente, surgió la externalidad denominada “option value”, implicando la necesidad de subsidiar el servicio para que se encuentre disponible en el momento que se requiera utilizar. La tercera etapa, estudia las externalidades por el estado de salud del paciente. Se considera que los usuarios le dan mayor importancia al estado de salud de los demás que a consumir el servicio. Por tanto, la externalidad más importante está asociada a la posibilidad de tener acceso al servicio (Culyer and Newhouse, 2000).

Los propósitos de esta investigación se ciñen a la tercera etapa del estudio de las externalidades en los servicios de salud, reconociendo la importancia de la cobertura del servicio y el estado de salud del paciente. Para tener en cuenta la externalidad asociada al estado del paciente se introduce el concepto de costo de privación. En la siguiente sección, se presenta la definición, característica y contexto de este concepto.

### **2.3 Función de costo de privación y su contexto**

En el contexto de la logística humanitaria en los últimos años se ha venido trabajando con el concepto de costo de privación. Este concepto nace con el objetivo de cubrir el nuevo enfoque de la logística humanitaria que es la atención oportuna de las personas afectadas basadas en la minimización de costos sociales, implicando una asignación eficaz de los recursos disponibles teniendo como objetivo el óptimo social (Holguín-Veras *et al.*, 2012, 2013).

El costo de privación se ha definido como el valor económico del sufrimiento humano que perciben los individuos ante la carencia de un bien o servicio. Es decir, es una medida de la pérdida de bienestar que perciben los individuos por la falta de acceso a un suministro vital. El costo de privación se puede aproximar matemáticamente a una función de costo de privación (FCP) explicada a través de parámetros que describan el bien o servicio, el tiempo de carencia experimentado y características socioeconómicas del individuo. Para estas funciones se han definido tres

características principales: una forma no lineal, una forma convexa y una forma monotónicamente creciente con respecto al tiempo de privación (Imedio-Olmedo, Parrado-Gallardo and Bárcena-Martín, 2012; Holguín-Veras *et al.*, 2013).

En este contexto se han calculado diferentes FCP. Por ejemplo, Holguín-Veras *et al.* (2016), determinaron FCP mediante técnicas valoración contingente. En el estudio se preguntó por la disposición a pagar por el consumo de agua ante un tiempo de carencia del suministro y con recursos limitados. Por otra parte, (Cantillo, Macea, Holguín-Veras, & Amaya, 2017) realizaron encuestas de preferencia declarada para la elección de comprar o no el suministro de agua. El contexto era un escenario donde el encuestado era un sobreviviente a un desastre natural, donde el individuo tiene un tiempo sin consumir el bien. De igual forma tenía completo conocimiento del tiempo de llegada de las ayudas y poseía un presupuesto específico al momento de tomar la decisión. Esta función fue calculada con modelos de elección discreta, específicamente un modelo logit multinomial. Finalmente, Cantillo *et al.* (2017) evaluaron la disposición al pago una canasta de suministro básicos en el mismo contexto de desastre natural, esta vez teniendo en cuenta variaciones sistemática en los gustos (variables socioeconómicas) y heterogeneidad de la población mediante modelos avanzados de elección discreta.

Este trabajo vincula el concepto de costo de privación estudiado en el contexto de logística humanitaria, al contexto de servicio de emergencias médica. La finalidad es valorar la externalidad asociada al sufrimiento humano experimentado por el paciente que no recibe atención inmediata ante un estado de emergencia. A continuación, se hace un recuento de las metodologías utilizadas para la valoración económica de externalidades y las principales investigaciones desarrolladas en este campo.

## **2.4 Métodos de valoración económica de externalidades**

El valor de un bien o servicio depende de sus características y de las preferencias de los individuos respecto a ellas. Lo anterior implica que un mismo bien o servicio puede ser valorado de distinta forma por los individuos. El valor económico de un bien o servicio se define a través de los conceptos de disposición a pagar (DAP) y disposición a aceptar compensación (DAC). Su diferencia se basa en la percepción del individuo sobre el derecho a la mejora o a no soportar el coste de este mismo.

En el caso de los costos o beneficios donde no existe un mercado (tal y como es el caso de las externalidades), se debe buscar medios alternos que ayuden a revelar la satisfacción en los individuos, asociado al cambio en el bienestar producto de adquirir o no un bien o servicio (Bateman, 1993). Para cuantificar estos valores se utilizan técnicas de valoración económica (Gafni, 1991). Estas técnicas permiten reflejar la medida en la que mejora o empeora el bienestar de la sociedad ante un bien o servicio. Además, las técnicas de valoración están basadas en la satisfacción de las preferencias de los usuarios. Es decir, los bienes o servicios solo tendrán valor económico en el caso que los individuos los valoren, directa o indirectamente (Freeman, 1993).

Los métodos de valoración económica se pueden clasificar según la metodología de evaluación destacándose aquellos que implementan la evaluación del comportamiento real (preferencias

reveladas) y los que se basan en el comportamiento hipotético (preferencias declaradas). Ambos métodos, preferencia revelada y preferencia declarada, están enfocados en determinar DAP (o DPC) por el bien o el servicio teniendo como supuesto que las personas son conscientes y racionales. Para el caso de las preferencias reveladas, se destacan los métodos de precios hedónicos y salarios hedónicos orientados a la valoración directa de los servicios por parte de los usuarios. Por otro lado, los métodos basados en preferencias declaradas, responden ante situaciones hipotéticas diseñadas en encuestas de este tipo (Sección 2.5). El principal supuesto es la total comprensión de la situación evaluada. Aquí se encuentran metodologías como la valoración contingente que se centra en la valoración global del bien o servicio a valorar, de forma directa, y los métodos multiatributos que se centran en los atributos que lo definen (Hanley, Mourato and Wright, 2001).

En los métodos de valoración contingente se observa la DAP o DAC ante un cambio en las características del bien a evaluar (McFadden, 1994). Los formatos de las preguntas son muy diversos, siendo los más comunes el formato abierto, el formato dicotómico y la combinación entre ellos (Mitchell and Carson, 1989). La DAP o DAC se estiman de acuerdo al formato utilizado. Para el formato abierto, se puede estimar por la media aritmética de las respuestas obtenidas o a partir de una regresión de otras variables como por ejemplo variables socioeconómicas. Para el caso del formato dicotómico, se hace uso de técnicas paramétricas (modelos logit o probit), semiparamétricas o no paramétricas para estimar la función de probabilidad de la respuesta de los individuos y seguidamente calcular la media de la DAP como una medida de cambio del bienestar.

La dificultad del método de valoración contingente para el caso del formato abierto, es la presentación de situaciones donde el individuo se encuentra ante opciones poco usuales que le lleva a asignarle precios al bien o servicios evaluados, generando alta tasa de no respuesta y valores extremos en las respuestas que aumentan la varianza en la valoración. A pesar que el formato dicotómico posee ventajas adicionales sobre el formato abierto, este no es muy útil en casos donde se presenta información densa o compleja. Adicionalmente, con este formato se puede llegar a inducir la respuesta del individuo y se puede dejar de tomar datos importantes para el objetivo del estudio.

Los métodos basados en elecciones multiatributo, también hacen uso de encuestas de preferencia declarada (Sección 2.5), donde los individuos expresan su elección sobre un conjunto de alternativas definidas por atributos que varían en diferentes niveles. Se hace necesario que uno de estos atributos refleje un pago monetario para poder evaluar la DAP. Para analizar las respuestas de este tipo de encuestas se hace uso de modelos de elección discreta basados en la teoría de la utilidad aleatoria (Sección 2.6). Una vez estimados los parámetros que explican la elección de los individuos, es posible calcular la DAP por los cambios marginales en los niveles de los atributos (TMS) y el cambio en el excedente del consumidor (Sección 2.6.4).

Diversos estudios relacionados con el cuidado de la salud han utilizado técnicas de valoración económica (Scott, Maynard and Elliott, 2005; Mengoni, Seghieri and Nuti, 2013). Para el caso particular de servicio de emergencia médica son muy pocos los registrados. Entre los trabajos más representativos se encuentra, Ohshige *et al.*, (2005), quienes utilizaron la valoración contingente

para establecer el precio que reduce el uso innecesario de las ambulancias. Este estudio demostró que la demanda del servicio de ambulancias en situaciones serias es inelástica con respecto al precio, a diferencia de la demanda del servicio en situaciones no serias que resulta ser completamente elástica con respecto al precio. Además, Bose *et al.*, (2012) determinaron la disposición al pago para el servicio de ambulancias desde una ciudad rural al hospital regional. Bose *et al.*, (2012) tuvieron en cuenta dos tipos de servicios (público y privado) y tres tipos de emergencias (emergencias que amenazan la vida, emergencia que causan discapacidades y emergencias simples). Estimaron modelos de regresión para explicar la disposición al pago y predecir la demanda para el servicio de emergencia al variar los precios. Las variables utilizadas en el modelo fueron: ingresos, localización (rural o urbana) y nivel de educación. Su aplicación está orientada a ayudar a planificadores de salud pública en entornos de escasos recursos para desarrollar escalas de precios y asignar recursos de manera eficiente. Finalmente, Jaldell *et al.* (2014), calcularon el valor monetario del factor tiempo ante la respuesta del servicio de emergencia para cuatro tipos de emergencias en Tailandia. El factor del tiempo fue dividido en dos: el tiempo de la llegada de la ambulancia al lugar de la emergencia y el tiempo del traslado hacia el punto de atención final.

Esta investigación propone una valoración indirecta de la externalidad asociada a la pérdida de bienestar por demoras en la atención de los SEM en un contexto urbano. La valoración se hará por medio de una encuesta de preferencia declarada. A continuación, se hace un recuento de los aspectos más importantes de este tipo de encuestas.

## **2.5 Encuestas de preferencia declarada**

Las encuestas de preferencias declaradas (PD) permiten evaluar la elección de un individuo frente a un grupo de alternativas, teniendo en cuenta un conjunto de atributos que representan una situación hipotética construida a partir de un diseño experimental (Louviere, Hensher and Swait, 2000). Estas elecciones son una herramienta para conocer la influencia de diferentes variables frente a un conjunto de opciones, estimar disposición al pago, modelar demanda o evaluar nuevas alternativas. Entre las principales ventajas en el uso de este tipo de datos esta la flexibilidad en la especificación del modelo y la economía al tomar múltiples datos de un mismo individuo. Sin embargo, se debe tener cuidado con los datos provenientes de PD ya que existe un riesgo de errores asociados a sesgos que el individuo puede presentar. Ejemplo de dichos sesgos son los sesgos de afirmación, de racionalización, de política y de no restricción (Bradley and Kroes, 1990; Ortúzar and Willumsen, 2011).

Determinar el diseño experimental adecuado es un proceso de suma importancia que demanda tiempo en su elaboración. Además, se debe tener en cuenta el realismo y simplicidad del contexto y los diferentes escenarios (Mitchell and Carson, 1989; Ortúzar and Willumsen, 2011). Los tres elementos principales en el diseño de las PD son: situación o contexto de elección que expresa la hipótesis que el individuo asume para tomar su decisión; las alternativas descritas con un conjunto de atributos que las caracteriza y la forma de emitir su elección (Ortúzar & Garrido, 2000).

Para determinar los atributos y niveles es recomendable tomar estudios previos en el tema, organizar grupos focales y realizar pruebas pilotos del cuestionario que se busca evaluar, con el objetivo de conocer el comportamiento de los individuos. En relación con los atributos, la recomendación es usar los menos posibles para evitar fatiga y respuestas lexicográficas (Carson *et al.*, 1994; Saelensminde, 1999). La variación de los atributos definirá el número de niveles a evaluar con los cuales se debe tener absoluto cuidado para no sesgar el experimento.

Para determinar el número total de combinaciones a evaluar por un individuo se considera el número de atributos y de niveles con el fin de evaluar todas las posibles combinaciones, la mejor alternativa será utilizar un diseño factorial completo. No obstante, por lo general el diseño factorial completo resulta en un gran número de escenarios poco práctico e inviable para su utilización. La solución a esta problemática es la utilización de diseños factoriales fraccionados que reducen el número de opciones, al omitir la evaluación de una parte o de todas las interacciones entre los atributos. Adicionalmente, si se requiere estudiar algunas interacciones o el número de escenarios continúa siendo grande, existe la posibilidad de un diseño en bloques, en el cual se divide la muestra y a cada grupo se le asigna un conjunto de escenarios específicos (Louviere, Hensher and Swait, 2000).

Una alternativa para generar el diseño estadístico del experimento con una menor cantidad de datos es aprovechar la información previa de los parámetros a partir de los llamados diseños eficientes (Rose and Bliemer, 2007). Los diseños eficientes se realizan en tres etapas. La primera etapa consiste en la definición de los criterios del diseño (supuestos de modelación y características del diseño); en esta etapa es necesario definir tipo de modelo y funciones de utilidad, atributos, niveles, parámetros, restricciones entre otros. La segunda etapa consiste en la generación del diseño. Finalmente, la tercera etapa es la evaluación del diseño.

## 2.6 Modelos de elección discreta

Los modelos de elección discreta son una representación de la probabilidad de la elección de un individuo que se encuentra frente a una serie de alternativas. Su principal fundamento es la teoría de la utilidad aleatoria. Esta teoría se basa en la existencia de un individuo racional ( $n$ ) que tiene conocimiento perfecto de la utilidad ( $U_{nj}$ ) asociada a cada una de las alternativas disponibles ( $j$ ) y el individuo siempre escogerá aquella alternativa ( $i$ ) que maximiza su utilidad ( $U_{ni} > U_{nj} \forall j \neq i$ ).

El modelador no tiene conocimiento completo de las variables que influyen en la elección del individuo. Por lo tanto, a partir de la observación, este selecciona un conjunto  $k$  de atributos o variables explicativas de las alternativas ( $x_{njk}$ ) y las características del individuo ( $S_n$ ) que considere pertinente para definir una parte de la utilidad. Esta utilidad es conocida como utilidad sistémica, medible u observada  $V_{nj}$ .

$V_{nj}$  es una función usualmente lineal, representada por los atributos observados  $X_{njk}$ , relacionando los  $k$  atributos para las  $j$  alternativas que posee el individuo con características  $S_n$ , acompañados de unos parámetros  $\beta_{kj}$  que necesitan ser calibrados.

La otra parte de la utilidad desconocida por el modelador se considera como un error aleatorio de media cero ( $\varepsilon_{nj}$ ). Este término refleja el comportamiento, gustos individuales e idiosincrasia de los individuos. Además, captura cualquier otro error derivado en el proceso de la modelación tal como errores de especificación, errores aleatorios de medida de los atributos y error en la optimización (McFadden, 1974; Domencich and McFadden, 1975; Williams, 1977). Por tanto, la utilidad está dada por:

$$U_{nj} = V_{nj} + \varepsilon_{nj} \quad (1)$$

Es importante aclarar que a pesar que el individuo realiza la elección en un proceso determinístico al elegir una única alternativa, el modelador solo será capaz de conocer la probabilidad de que una alternativa sea la de mayor utilidad. Además, el modelador deberá decidir la distribución que seguirá el término de error  $\varepsilon_{nj}$ , eligiendo así el tipo de modelo de elección discreta con el que se realizará la modelación (entre los que se encuentran los modelos tipo logit, logit jerárquico, probit, logit mixto, entre otros).

### 2.6.1 Modelo Logit Multinomial (MNL)

El MNL es uno de los modelos de elección discreta más utilizados. Este modelo asume que cada  $\varepsilon_{nj}$  está representado según una distribución Gumbel independiente e idéntica (McFadden, 1974). La probabilidad de que el individuo  $n$  escoja la alternativa  $i$  está dada por la (2, donde  $A_j$  es el conjunto de todas las alternativas disponibles y  $\lambda$  es un factor de escala, inverso a la varianza del error.  $\lambda$  no es un valor estimable por sí mismo y es normalizado a la unidad en la práctica.

$$P_{ni} = \frac{e^{(\lambda V_{ni})}}{\sum_{A_j \in A(n)} e^{(\lambda V_{nj})}} \quad (2)$$

La función de utilidad se puede aproximar de forma arbitraria cercana a una función lineal en los parámetros (Train, 2009) a pesar que en algunas situaciones de elección no sea lo más apropiado. Esta función de utilidad sigue la forma de la (3). Esta se encuentra descrita por los atributos  $x_{nj,k}$ , los parámetros asociados a los atributos  $\beta_{jk}$  y la constante específica  $ASC_j$ .

$$V_{nj} = ASC_j + \sum_k \beta_{jk} * X_{nj,k} \quad (3)$$

La estimación del MNL se puede realizar a partir de la maximización de la función de log-verosimilitud (Ortúzar and Willumsen, 2011). La función de log-verosimilitud de la muestra con estas propiedades es globalmente cóncava en cada uno de los parámetros  $\beta_{jk}$ , facilitando su maximización (McFadden, 1974).

Por otra parte, al suponer los parámetros  $\beta_{jk}$  constantes, no admite variación aleatoria en los gustos de los individuos. Es decir, los individuos tienen igual respuesta ante una variación en las variables explicativas. Adicionalmente, estos modelos no admiten correlación entre las alternativas ni entre observaciones (varias respuestas por individuos) y requieren homocedasticidad; es decir, varianzas iguales para las elecciones y las alternativas.



### 2.6.2 Variación Sistemática de los Gustos (VSG)

Es de esperar que la valoración de cada atributo de las diferentes alternativas varíe de individuo a individuo. Como se ha expresado antes, el modelo MNL presenta parámetros  $\beta_{jk}$  constantes, no permitiendo modelar las variaciones esperadas en los gustos entre individuo. Sin embargo, estos modelos de parámetros fijos, pueden transformar su estructura para tratar de incorporar nuevas variables que expliquen esa variación. La importancia de incorporar este tipo de variables es poder conocer la influencia de ciertas características comunes de la población en la toma de decisiones y como se mostrará más adelante en la disposición a pagar por los atributos. La variación sistémica de los gustos es la que relaciona las preferencias de los individuos que comparten ciertas características socioeconómicas; tales como, el sexo, la edad, el nivel de educación, ingresos, el estrato socioeconómico, entre otros.

La nueva estructura que permite incluir estas variaciones consiste en una interacción de las características socioeconómicas ( $S_n$ ) con las variables explicativas ( $x_{njk}$ ). La correspondiente función de utilidad quedará expresada de la siguiente forma:

$$V_{nj} = ASC_j + \sum_k (\beta_k + \delta_{ks} S_n) x_{njk} \quad (4)$$

Donde el coeficiente  $\delta_{ks}$  representa la utilidad diferenciada del atributo  $k$  para aquellos individuos que presentan ciertas características socioeconómicas.

### 2.6.3 Modelo Logit Mixto (ML) para datos panel

En los diseños de preferencia declarada a cada uno de los encuestados se le presenta un conjunto de escenarios que varían en los niveles de los atributos de cada alternativa. Por cada escenario el individuo deberá hacer su elección. Lo anterior implica que el modelador obtendrá diversas elecciones de un mismo individuo. A estos datos provenientes de elecciones repetidas se le denomina datos panel (Train, 2009).

El principal objetivo de utilizar datos panel es poder capturar la heterogeneidad no observable. Si los factores no observados que afectan la elección de los individuos son independientes para cada una de las elecciones, los datos panel pueden ser analizados como si se tratase de observaciones independientes. En el caso contrario, si los factores no observados guardan relación en las elecciones del individuo, se hace necesario hacer uso de modelos ML que permite modelar correlación entre las elecciones de una misma persona. En este caso la función de utilidad estará dada por:

$$V_{nj} = ASC_j + \sum_k \beta_{njk} * X_{njk} + \mu_{njk} \quad (5)$$

Donde  $\mu_{njk}$  es un término de error aleatorio que representa los efectos no observables que varían para cada uno de los individuos.

El principal supuesto de este modelo es que, dadas las variables explicativas observadas, el efecto de las variables no observadas se puede explicar por una variable por cada individuo que no varía

en el tiempo ni entre situación de elección. Este efecto de la variable no observada no es importante individualmente, pero si lo es al considerar un conjunto de individuos.

La probabilidad de elección de un ML, será igual a la integral de la probabilidad logit  $L_{ni}(\beta)$  ( $P_{ni} = \frac{e^{(\lambda V_{ni})}}{\sum_{j \in A(n)} e^{(\lambda V_{nj})}}$ ) (2) por una función de densidad de probabilidad  $f(\beta)$ .

$$P_{ni} = \int L_{ni}(\beta) f(\beta|\theta) d\beta \quad (6)$$

#### 2.6.4 Medidas de bienestar en modelos de elección discreta

A través de los modelos de elección discreta es posible derivar medidas de bienestar utilizadas para la valoración de las externalidades. Entre las diferentes formas de determinar medidas de bienestar se encuentra la utilización de la tasa marginal de sustitución (TMS) y el excedente del consumidor. A continuación, se presentará el marco conceptual de las dos metodologías.

##### Tasa Marginal de Sustitución

Bajo el supuesto que los individuos son compensatorios, se estudia la relación de sustitución ante cambios marginales de los atributos del bien o servicio. Es decir, la DAP puede calcularse a través de la TMS entre el atributo ( $q$ ) y el ingreso ( $I$ ) (Ben-Akiva & Lerman, 1985; McFadden, 1995; Rizzi & Ortúzar, 2003). Para el caso de un modelo de elección discreta, la utilidad marginal del costo representará la utilidad marginal del ingreso. Lo anterior implica que si el modelo estimado tiene una forma funcional lineal el coeficiente del costo ( $\beta_c$ ), corresponderá a la utilidad marginal del ingreso (Train, 2009).

$$TMS_{nj} = \left| \frac{\partial V_{nj} / \partial q_{nj}}{\partial V_{nj} / \partial I_{nj}} \right| \quad (7)$$

La pérdida de bienestar está dada por el producto de TMS y la variación en el atributo ( $q_1 - q_0$ ) analizado. En el caso de que la TMS no sea constante en el tiempo, se debe cuantificar cada unidad de TMS por medio de una integral entre los límites de  $q_0$  a  $q_1$  o efectuar una aproximación discretizando el atributo y poder calcularlo como la sumatoria de cada unidad:

$$\Delta(B)_n = \sum_{q=q_0}^{q_1} TMS_n(q) \quad (8)$$

##### Excedente del Consumidor (EC)

La DAP por un bien o servicio no siempre es igual al precio que paga un individuo en el mercado. Solo en el caso que el valor de DAP sea mayor o igual al precio del mercado implicará la compra de dicho bien o servicio. La medida de bienestar se define como el excedente que el consumidor está dispuesto asumir. Es decir, es el cambio de la utilidad en términos monetarios que el individuo experimenta.

Esta utilidad que el individuo experimenta, puede cambiar por la variación en los atributos o el costo unitario de las alternativas. Una de las ventajas de utilizar el cambio en el excedente del consumidor

es que puede ser usada ante cambios no marginales en los atributos que impliquen variaciones en la probabilidad de elección. Train (2009) define el EC bajo el supuesto de los modelos logit, donde el individuo escoge la alternativa que maximiza su utilidad. El valor esperado para calcular el EC es:

$$E(EC_n) = \frac{1}{\alpha_n} E[\max_j (V_{nj} + \varepsilon_{nj})] \text{ donde } \alpha_n = \partial V_n / \partial I_n \quad (9)$$

Según el modelo de elección discreta estimado, es posible conocer la utilidad observada  $V_{nj}$  y la distribución del componente aleatorio  $\varepsilon_{nj}$ . Además, bajo el supuesto que  $\alpha_n$  se mantendrá constante antes y después del cambio (a este supuesto se le denomina ausencia del efecto ingreso) es posible calcular el valor esperado de EC como (Williams, 1977; Small and Rosen, 1981; Varian, 1992):

$$E(EC_n) = \frac{1}{\alpha_n} \ln\left(\sum_{j=1}^J e^{V_{nj}}\right) + C \quad (10)$$

Es decir, el valor esperado del EC será la multiplicación del inverso de la utilidad marginal del ingreso ( $\alpha_n$ ) y el logaritmo del denominador de la probabilidad de elección logit (denominado termino log-sum); adicionando una constante que representa la utilidad que no puede ser medida por el modelador. Por lo tanto, la pérdida de bienestar estará definida como la diferencia o cambio total en el EC debido a una variación en el bien o servicio:

$$\Delta E(EC_n) = \frac{1}{\alpha_n} \left[ \ln\left(\sum_{A_{j1} \in A(n)} e^{(\lambda V_{nj}^1)}\right) - \ln\left(\sum_{A_{j0} \in A(n)} e^{(\lambda V_{nj}^0)}\right) \right] \quad (11)$$

Habiendo presentado cada uno de los antecedentes pertinentes para la investigación, a continuación, se pretende proponer una metodología para estimar una función de costo de privación que permita calcular las pérdidas de bienestar ocasionada por la espera en la atención de un servicio de emergencias médicas.

### 3 Metodología

La metodología para esta investigación contempla dos grandes etapas. Inicialmente, se diseña e implementa un instrumento que busca evaluar los atributos que afectan la decisión de tomar el servicio de emergencia médica. La segunda etapa busca formular, estimar y analizar los modelos de elección discreta apropiados a partir de la recolección de datos dentro del caso de estudio. Para la primera etapa fue necesario plantear un contexto de elección relacionado a los objetivos de la investigación. Se definieron los atributos que mejor describen la toma de decisiones en un contexto planteado, buscando calibrar los niveles correspondientes a cada uno de los atributos. Seguidamente, se realizó el diseño estadístico de una encuesta de preferencias declaradas y la implementación de la misma en la ciudad de Barranquilla. Para lo anterior fue necesario hacer una revisión de la literatura, pruebas pilotos y entrevistas con algunos profesionales de la salud y la población en general.

Para la segunda etapa, se estimaron y analizaron modelos de elección discreta (específicamente del tipo MNL y ML), con la ayuda del software Biogeme (Bierlaire, 2003). Se tuvieron presente tres características principales para la formulación de las funciones de costo de privación: forma no lineal, forma convexa y forma monotónicamente creciente con respecto al tiempo de privación (Holguín-Veras *et al.*, 2013). Seguidamente, se calculó la pérdida de bienestar haciendo uso de TMS y EC.

En las secciones siguientes se detallarán cada una de las actividades desarrolladas en la metodología de esta investigación.

### 3.1 Diseño experimental

Para cumplir con el propósito de la investigación se utilizó una encuesta de Preferencia Declarada (PD). La encuesta se estructuró en dos secciones. En la primera sección se recolectó información socioeconómica de la persona encuestada tal como: edad, género, estratificación socioeconómica y nivel educativo alcanzado. Para el caso de la estratificación socioeconómica se toma como referencia la clasificación de estratos oficial del Estado colombiano que se fundamenta en seis niveles: bajo-bajo (1), bajo (2), medio-bajo (3), medio (4), medio-alto (5) y alto (6). Para el caso de nivel educativo alcanzado se determinaron las siguientes categorías: sin estudio, básica primaria, básica secundaria, formación técnica o tecnológica, formación universitaria y formación en postgrado. La Figura 1 presenta la primera sección de la encuesta correspondiente a la información socioeconómica del encuestado.

**1. INFORMACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA**

1. Edad

2. Género  
☐ Femenino  
☐ Masculino

3. Estrato  
1. ☐ 2. ☐ 3. ☐ 4. ☐ 5. ☐ 6. ☐

4. Nivel de Educación  
☐ Sin Estudio  
☐ Primaria  
☐ Bachillerato  
☐ Carrera técnica  
☐ Universidad- Pregrado  
☐ Postgrado

Figura 1 Primera sección de la encuesta. Información socioeconómica

Para la segunda sección se planteó la situación (contexto) de elección y los diferentes escenarios resultados del diseño del experimento de la encuesta de preferencia declarada. A continuación, se presentarán los detalles de la segunda sección de la encuesta aplicada.

### 3.1.1 Contexto de elección

Como es característico de las encuestas PD, y teniendo presente el objetivo de su utilización se planteó el contexto de elección. En esta ocasión es necesario colocar a los individuos ante una situación en el que se requiera un servicio de emergencias médicas y deba ser el responsable de tomar la decisión. El contexto de elección fue el siguiente:

*Suponga que un ser querido se accidenta y usted se encuentra en el lugar de los hechos para auxiliarlo. Usted puede observar el estado de su familiar y estimar cuanto tiempo podría resistir antes de un cambio en su estado inicial, ha transcurrido un tiempo y es momento de trasladar a su familiar a un centro de emergencias médicas. En este momento usted tiene dos servicios de emergencias disponibles cada uno con un costo y un tiempo de espera asociado. A continuación, se le presentarán una serie de situaciones de elección, donde usted deberá elegir cuál de los dos servicios utilizaría para transportar a su familiar accidentado.*

La situación presentada coloca al individuo ante la necesidad de un servicio de emergencias médicas y deberá elegir entre alguna de las dos opciones disponibles. Deberá tener en cuenta atributos como el estado del paciente ( $Ep$ ), el tiempo transcurrido desde el momento que ocurrieron los hechos hasta el momento en que debe tomar la decisión ( $Tt$ ), el tiempo estimado en que el paciente cambiara del estado actual a uno de mayor gravedad ( $Ta$ ), el tiempo de espera para la llegada del servicio de emergencia al lugar de los hechos ( $Te$ ) y el costo del servicio de emergencia elegido ( $C$ ). En general, los escenarios de elección fueron definidos a partir de 5 atributos con 3 niveles que se variaron en cada uno de los escenarios de elección de acuerdo con el diseño experimental utilizado.

Para determinar los niveles de variación de cada uno de los atributos, se realizó una revisión de la literatura, entrevistas con personal médico, grupos focales y pruebas pilotos. La Tabla 2 presenta el número y los niveles correspondientes a cada uno de los atributos utilizados. Se consideraron tres estados para el paciente. El tiempo para agravar se clasifica de acuerdo al estado del paciente, considerando que el tiempo necesario para cambiar a un estado de mayor riesgo es menor en la medida que el paciente se encuentre más grave. Para el caso del costo del segundo servicio de emergencia disponible, se determinaron los niveles dependiendo al estrato socioeconómico del individuo, reconociendo que la disposición a pagar de los individuos depende de su nivel de ingreso (Bose *et al.*, 2012).

Se realizaron 3 pruebas pilotos. En la primera prueba piloto se encuestaron 25 personas. El resultado de esta prueba determinó la necesidad de reestructurar la forma de preguntar con el objetivo de facilitar la comprensión de la encuesta para todos los individuos. La segunda y tercera prueba piloto recolectó 14 y 23 encuestas, respectivamente. Estas últimas pruebas pilotos se realizaron con el objetivo de calibrar los niveles del atributo costo para cada uno de los estratos socioeconómicos, debido a las respuestas cautivas en las personas encuestadas.

Atributos		Número de niveles	Niveles
EP: Estado del paciente*		3	I, CSM, CCM
TT: Tiempo Transcurrido [min]		3	0, 10, 20
TA: Tiempo para agravar [min]	I	3	15, 30, 45
	CSM		30, 45, 60
	CCM		60, 120, 180
TE1: Tiempo de espera 1 [min]		3	5-10, 10-15, 15-20
TE2: Tiempo de espera 2 [min]		3	0-3, 3-10, 10-15
C: Costo** [miles COP]	Estrato 1-2	3	80, 100, 150
	Estrato 3- 4		100, 250, 400
	Estrato 5- 6		1000, 5000, 10000
* I= Inconsciente, CSM = Consciente Sin Movimiento, CCM = Consciente Con Movimiento			
** Los costos se definieron según el estrato socioeconómico de la persona encuestada.			

Tabla 2. Atributos, número de niveles y niveles de la encuesta de PD

### 3.1.2 Diseño estadístico del experimento

Se implementó un diseño eficiente por bloques. El objetivo es obtener una solución robusta con el menor número de muestra y disminuir el número de situaciones de elección presentadas a cada individuo (Ortúzar & Garrido, 2000). La Tabla 3, presenta el resultado del diseño experimental en el que se obtuvieron tres bloques con nueve situaciones de elección, donde se presenta variación de todos los atributos. Tal como el diseño eficiente lo sugiere se plantearon reglas para evitar dominancia entre las alternativas. Por ejemplo, el tiempo de espera de la ambulancia 1 siempre es mayor que el de la ambulancia dos, siendo la ambulancia 1 un servicio gratuito. La Figura 2, muestra a manera de ejemplo el escenario 3 del bloque 3 presentada a los encuestados.

Bloque	Estado del paciente* (Ep)	Tiempo Transcurrido [min] (Tt)	Tiempo para agravar [min] (Ta)	Tiempo de espera 1 [min] (Te <sub>1</sub> )	Tiempo de espera 2 [min] (Te <sub>2</sub> )	Costo** [miles COP] (C)		
						Estrato 1-2	Estrato 3-4	Estrato 5-6
1	CCM	10	60	6-10	0-3	100	250	5000
	CSM	10	60	16-20	0-3	150	400	10000
	I	0	45	16-20	8-15	80	100	1000
	CCM	10	180	16-20	8-15	150	400	10000
	CSM	20	60	6-10	4-8	80	100	1000
	I	0	45	16-20	0-3	150	400	10000
	CSM	10	30	11-15	4-8	80	100	1000
	CSM	0	30	11-15	8-15	150	400	10000
	CSM	10	45	11-15	0-3	100	250	5000
2	CSM	0	60	11-15	0-3	100	250	5000
	CCM	10	60	16-20	0-3	150	400	10000
	I	20	15	11-15	0-3	80	100	1000
	I	10	30	11-15	0-3	150	400	10000

Bloque	Estado del paciente* (Ep)	Tiempo Transcurrido [min] (Tt)	Tiempo para agravar [min] (Ta)	Tiempo de espera 1 [min] (Te <sub>1</sub> )	Tiempo de espera 2 [min] (Te <sub>2</sub> )	Costo** [miles COP] (C)		
						Estrato 1-2	Estrato 3-4	Estrato 5-6
	CCM	10	120	16-20	8-15	80	100	1000
	CSM	10	45	16-20	8-15	80	100	1000
	CSM	0	30	16-20	0-3	100	250	5000
	I	10	15	16-20	4-8	80	100	1000
	I	0	15	16-20	0-3	80	100	1000
3	CCM	0	120	11-15	4-8	150	400	10000
	CCM	10	60	16-20	4-8	100	250	5000
	CSM	10	45	16-20	0-3	80	100	1000
	CCM	10	120	6-10	4-8	150	400	10000
	CSM	10	60	11-15	4-8	80	100	1000
	CSM	0	60	16-20	8-15	80	100	1000
	I	10	45	11-15	0-3	150	400	10000
	I	10	15	11-15	4-8	100	250	5000
	I	10	45	11-15	8-15	150	400	10000

\* I= Inconsciente, CSM = Consciente Sin Movimiento, CCM = Consciente Con Movimiento  
 \*\* Los costos se definieron según el estrato socioeconómico de la persona encuestada.

Tabla 3. Resultado del diseño experimental

Escenario 3	Ambulancia 1	Ambulancia 2
Estado del paciente	Consciente, sin movimiento	
Tiempo Transcurrido	10 min	
Tiempo para agravarse	45 min	
Tiempo de espera	16-20 min	0-3 min
Costo	\$ 0	\$ 1.000.000
Elección		

Figura 2. Ejemplo de del escenario presentado. Escenario 3 del bloque 3

### 3.2 Caso de aplicación

El caso de aplicación se realizó en Colombia, en la ciudad de Barranquilla. Barranquilla, se encuentra localizada en la costa norte de Colombia. La ciudad cuenta con una población de 1.3 millones de habitantes y su densidad poblacional es de 700 personas por kilómetro cuadrado. La población está

conformada por un 48% de hombres, su distribución por estrato es la mostrada en la Tabla 4 (Alcaldía de Barranquilla, 2017; DANE, 2006).

<b>Estrato</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>1</b>	31
<b>2</b>	26
<b>3</b>	21
<b>4</b>	12
<b>5</b>	6
<b>6</b>	4

**Tabla 4. Estratificación de la ciudad de Barranquilla**

Barranquilla cuenta con 52 centros de atención de urgencias de los cuales 12 son para complejidad alta, 19 para complejidad media y 21 para baja complejidad. Además, cuenta con 37 entidades prestadoras de servicios ambulatorio con un total de 96 ambulancias básicas y 45 ambulancias medicalizadas para la atención de la ciudadanía (Ministerio de Salud y Protección Social, 2017).

Según el informe de gestión para el primer cuatrimestre de 2016 expedido por la Secretaría de Salud de Barranquilla, el número de consultas por urgencias mensuales es del orden de 33.000. Además, existen 49 investigaciones a IPS concerniente al traslado asistencial de pacientes en ambulancias, la mayoría por el desvío de pacientes a hospitales específicos más lejanos del lugar conveniente para la salud del paciente (El Heraldó, 2016; El Tiempo, 2016; Secretaría De Salud Pública Distrital De Barranquilla, 2017).

Para este estudio se aplicaron un total de 619 encuestas en varios puntos de la ciudad. Las encuestas fueron aplicadas a personas mayores de edad considerando la ley colombiana (mayores de 18 años). Para efectos de la modelación, se tuvieron en cuenta 576 encuestas de las realizadas, seleccionadas luego de su revisión, omitiendo las encuestas consideradas no factibles por posible comportamiento lexicográfico o respuestas cautivas<sup>1</sup>. La Tabla 5, se puede observar el recuento por bloque y por género de las encuestas realizadas. El tamaño de muestra por cada bloque se esperaba que fuera mínimo de 30 encuestados (Kocur, Adler, & Hyman, 1982; Ortúzar & Willumsen, 2011).

<b>Bloques</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	97	104	<b>201</b>
<b>2</b>	88	91	<b>179</b>
<b>3</b>	110	86	<b>196</b>
<b>Total</b>	<b>295</b>	<b>281</b>	<b>576</b>

**Tabla 5. Recuento por bloque y por género de las encuestas aplicadas**

La muestra obtenida está conformada por 51% de hombres y 49% de mujeres, la edad promedio de los individuos encuestados fue de 35 años. La Tabla 6, muestra las características socioeconómicas

---

<sup>1</sup> Este tipo de comportamiento hace referencia cuando los individuos responden monótonamente sobre los diferentes escenarios encuestados, debido posiblemente al no entendimiento total del ejercicio. Este tipo de respuestas puede generar un sesgo en los resultados.



de acuerdo al género y al estrato socioeconómico. Para efectos del análisis se establecieron tres niveles socioeconómicos: bajo (estrato 1 y 2), medio (estrato 3 y 4) y alto (estrato 5 y 6). En cuanto el nivel de educación se encontró que el 6% de los individuos tienen estudios primarios, el 33% posee al menos algún tipo de estudios secundarios, el 18% ha cursado alguna carrera de tipo técnica o tecnológica. Finalmente se encontró que el 32% de los individuos poseen al menos algún estudio universitario a nivel de pregrado, el 9% con algún estudio universitario a nivel de postgrado y el menos del 1 % restante no posee algún nivel educativo.

Nivel socioeconómico	Hombre	Mujer	Total por estrato
Bajo	29%	30%	<b>58%</b>
Medio	14%	13%	<b>27%</b>
Alto	8%	7%	<b>15%</b>
Total por género	<b>51%</b>	<b>49%</b>	<b>100%</b>

Tabla 6. Características socioeconómicas de la muestra

Ante la pregunta de si consideran pedir un servicio de ambulancia ante la situación presentada (contexto de elección) el 87% respondió sí en contra de un 13% quienes no considerarían pedir el servicio.

En cuanto a la elección de los individuos para cada uno de los escenarios el 41% esperaría el primer servicio (gratuito), mientras que el 59% restante pagaría por un servicio con menor tiempo de espera. La Figura 3, muestra la elección de los individuos según su estrato socioeconómico. Se observa que sin importar el nivel socioeconómico, los porcentajes de las dos opciones disponibles mantienen la misma tendencia y magnitudes similares.

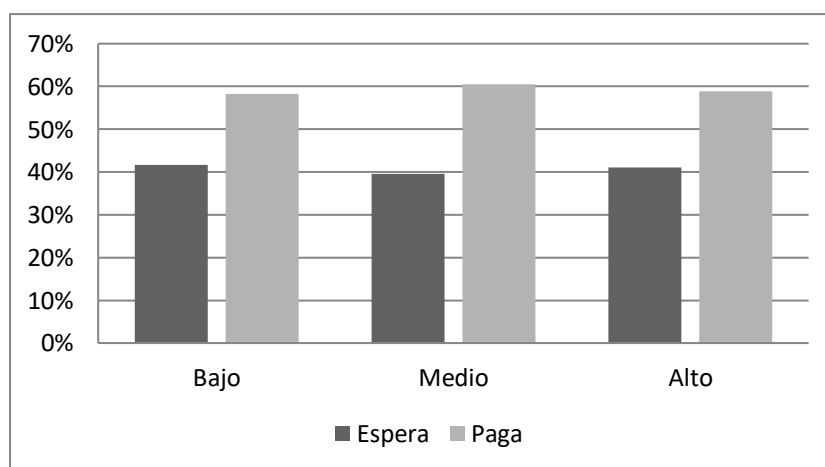


Figura 3. Elección de los individuos según su estrato socioeconómico

### 3.3 Estimación y análisis de modelos

En el contexto de elección planteado en la encuesta PD, el individuo debía elegir entre dos servicios de emergencia médica, cuál alternativa tomar. La diferencia entre las opciones se reflejaba en el tiempo de espera y el costo del servicio. Mientras que el primer servicio se caracterizaba por tener tiempos de espera mayor y tener costo cero (ser gratuito), el segundo servicio tiene menores tiempos de espera y un costo asociado. Luego de probar diferentes especificaciones, la función de utilidad se especificó como función de una proporción potencial, que relaciona el tiempo total que el individuo está dispuesto a experimentar (tiempo total de privación) y el tiempo máximo de privación antes de que se agrave el paciente. El tiempo total de privación se considera como la sumatoria entre el tiempo transcurrido al momento de la decisión y el tiempo de espera de la elección ( $Tt + Te$ ). De manera análoga, el tiempo máximo de privación se considera como el tiempo que transcurre desde el momento en que ocurren los hechos hasta antes que el paciente cambie del estado actual a uno de mayor gravedad ( $Tt + Ta$ ). Esta forma, de proporción potencial cumple con las características esperadas para las funciones de costo de privación estudiadas anteriormente. Adicionalmente, se incluyó el atributo del costo del servicio y el estrato socioeconómico como atributo propio del individuo.

Se especificaron diferentes modelos de tipo MNL con y sin interacción entre la variable que mide la privación y variables socioeconómicas asociadas a los individuos (tales como estrato socioeconómico, edad, nivel de educación, sexo) y diversas formas funcionales. Adicionalmente, se estimaron modelos ML que toman en cuenta el efecto panel característico de las encuestas PD, adicionando una componente de error con una distribución normal,  $\xi_n \sim Normal(0, \xi_n^2)$ . De los resultados de la modelación, no fue posible calibrar funciones exponenciales para explicar las elecciones de los individuos. Además, atributos como el sexo, nivel de educación y edad no resultaron significativos. A continuación, se presentan las funciones de utilidad de los modelos estimados que presentaron los mejores indicadores de bondad de ajuste.

#### Modelo MNL:

$$U_{n1} = ASC + (\beta_{pp}) * \left( \frac{Te_1 + Tt}{Ta + Tt} \right)^\lambda + \varepsilon_1$$

$$U_{n2} = \beta_c * C_2 + (\beta_{pp}) * \left( \frac{Te_2 + Tt}{Ta + Tt} \right)^\lambda + \varepsilon_2$$

#### Modelo MNL\_VSG:

$$U_{n1} = ASC + (\beta_{pp} + \delta_{ppEmedio} * E_{medio} + \delta_{ppEalto} * E_{alto}) * \left( \frac{Te_1 + Tt}{Ta + Tt} \right)^\lambda + \varepsilon_1$$

$$U_{n2} = \beta_c * C_2 + (\beta_{pp} + \delta_{ppEmedio} * E_{medio} + \delta_{ppEalto} * E_{alto}) * \left( \frac{Te_2 + Tt}{Ta + Tt} \right)^\lambda + \varepsilon_2$$

### Modelo ML\_VSG:

$$U_{n1} = ASC + (\beta_{pp} + \delta_{ppEmedio} * E_{medio} + \delta_{ppEalto} * E_{alto}) * \left( \frac{Te_1 + Tt}{Ta + Tt} \right)^\lambda + \sigma_1 \xi_1 + \varepsilon_1$$

$$U_{n2} = \beta_C * C_2 + (\beta_{pp} + \delta_{ppEmedio} * E_{medio} + \delta_{ppEalto} * E_{alto}) * \left( \frac{Te_2 + Tt}{Ta + Tt} \right)^\lambda + \sigma_2 \xi_1 + \varepsilon_2$$

Dónde:

$U_{nj}$ : Utilidad de la alternativa  $j$  asociada al individuo  $n$ .

$ASC$ : Constante específica.

$\beta_C$ : Parámetro asociado al costo de adquirir el servicio.

$\beta_{pp}$ : Parámetro asociado a la proporción de tiempo de privación.

$\delta_{ppEmedio}$ : Parámetro asociado a la interacción de la proporción de tiempo de privación con el estrato socioeconómico 3 y 4.

$\delta_{ppEalto}$ : Parámetro asociado a la interacción de la proporción de tiempo de privación con el estrato socioeconómico 5 y 6.

$\xi$ : Componente de error con distribución normal  $(0, \xi_n^2)$

En la Tabla 7 se presentan los resultados de los modelos MNL, MNL\_VSG y ML\_VSG estimados por el método de máxima verosimilitud estándar y simulada. Estos modelos fueron calculados con el software Biogeme (Bierlaire, 2003). Se observa que los modelos presentan un buen ajuste y significancia estadística. Como es de esperarse, el modelo ML\_VSG presenta mejores indicadores de Log-Verosimilitud y  $p2$  ajustado (Ortúzar & Willumsen, 2011). Los signos de los parámetros fueron los esperados por la teoría económica, demostrando que un incremento en cualquiera de los atributos evaluados conlleva a la disminución de la utilidad percibida. Además, su significancia estadística en todos los casos es mayor al 95%, demostrando la importancia del atributo en la elección.

Adicionalmente, fue posible modelar la heterogeneidad en las preferencias de los individuos por medio de la interacción entre la proporción del tiempo de privación y el estrato socioeconómico. Para el caso de los modelos MNL\_VSG y ML\_VSG se observó que a mayor ingreso económico mayor es la disposición a pagar por el servicio de emergencias médicas. Este resultado, no es distante a lo encontrado en otros estudios donde la DAP es mayor en el caso de poblaciones de mayores ingresos. Para el caso del modelo MNL (donde no fue incluida la VSG) se obtuvo un valor agregado para todos los individuos. En la práctica, trabajar con modelos que no tienen en cuenta la VSG trae como consecuencia la sobrevaloración o subvaloración de la DAP de los individuos. En este caso particular, se sobrevalorará la DAP de los individuos de estratos bajo y se subvalorará la DAP para los individuos de estrato medio y alto.

Por otra parte, el parámetro  $\lambda$ , al ser mayor a 1, da muestra de la no linealidad del problema. Lo anterior, es una evidencia del cumplimiento de las características esperadas para una FCP expuesta por otros autores (Imedio-Olmedo, Parrado-Gallardo and Bárcena-Martín, 2012; Holguín-Veras *et al.*, 2013).

Variable	MNL	MNL_VSG	ML_VSG
<b>Constante Específica</b>	0.789 (13.45)	0.732 (12.31)	1.04 (11.58)
<b>Proporción de privación</b>	-8.19 (-23.49)	-7.07 (-19.15)	-9.29(-19.48)
<b>Interacción Estrato medio</b>	-	-2.62 (-5.27)	-3.98(-5.33)
<b>Interacción Estrato alto</b>	-	-5.36 (-4.66)	-6.84(-4.64)
<b>Costo</b>	-0.039 (-3.09)	-0.0998 (-5.40)	-0.120(-10.43)
<b>Parámetro potencial (<math>\lambda</math>)</b>	1.57 (26.99)	1.63 (-25.35)	1.62(28.96)
<b>Efecto panel</b>	-	-	0.891(17.79)
Observaciones	5184		
Número de individuos	576		
Draws	-	-	1000
Log-Verosimilitud	-2970.27	-2944.71	-2743.14
$\rho^2$	0.173	0.180	0.237
$\rho^2$ ajustado	0.172	0.179	0.234

Tabla 7. Resultados de la estimación de modelo MNL y ML

### Cálculo de la elasticidad ponderada de la demanda

El cálculo de la elasticidad, es una forma de medir la variación de la demanda al producir una modificación en la magnitud de los diferentes parámetros que incorpora el modelo. La elasticidad se puede medir de manera directa (cambio en la demanda de la elección explicada por variación en uno de sus atributos) o cruzada (cambio en la demanda de la elección explicada por variación en un atributo perteneciente a otra elección). La Tabla 8 y Tabla 9, refleja la elasticidad ponderada de la demanda directa y cruzada respectivamente.

Atributos	Alternativas	
	Ambulancia 1	Ambulancia 2
Costo	-	-0.05
Proporción de privación	-2.49	-0.32
Tiempo de espera	-2.67	-0.19
Tiempo transcurrido	0.17	0.02
Tiempo agravado	2.37	-0.54

**Tabla 8 Elasticidad directa ponderada de la demanda.**

Atributos	Alternativas	
	Ambulancia 1	Ambulancia 2
Costo	0.05	-
Proporción de privación	0.7	0.83
Tiempo de espera	0.72	0.32

**Tabla 9 Elasticidad cruzada ponderada de la demanda**

En general, el comportamiento de las elasticidades es el esperado. En el caso de las elasticidades directas, al incrementar los valores de atributos como costo, proporción de privación, tiempo de espera y tiempo de agravado, la demanda de las alternativas propuestas disminuiría. En el caso de las elasticidades cruzadas para variables como costo, proporción de privación y tiempo de espera, la demanda de la alternativa opuesta aumentará. Para el caso particular del atributo de tiempo transcurrido, el resultado de la elasticidad directa parece contra intuitivo, pues al aumentar su valor la demanda aumentaría. Sin embargo, este resultado puede deberse a que el tiempo transcurrido depende del tiempo para agravarse. Adicionalmente, razonando un poco la situación de elección, es posible que al individuo le cueste cambiar la elección respecto a su decisión inicial, bajo la premisa de si ya ha transcurrido un tiempo de espera, este estaría dispuesto a seguir esperando.

Al comparar las magnitudes de las elasticidades, se observa que el tiempo de espera y la proporción del tiempo de privación es mayor que los demás atributos. Este resultado, revela la importancia de estos atributos en la elección de los individuos ante un estado de emergencia médica. En contraste, es importante notar el bajo efecto del atributo costo en la elección de los individuos.

### Cálculo de FCP

Como se mencionó en la Sección 2.6.4, a partir de modelos de elección discreta es posible calcular las FCP teniendo presente las medidas de bienestar estimadas con los conceptos de TMS y EC. De la Figura 4 a la Figura 7 se muestran los resultados de las FCP. Para la construcción de las gráficas se utilizaron los resultados del mejor modelo estimado (ML\_VSG). Dado que tanto TMS (calculada entre el Tiempo de Espera (Te) y el Costo (C)) y el termino log-sum haciendo uso de la  $\Delta(B)_n = \sum_{q=Q_0}^{Q_1} TMS_n(q)$  (8 y la  $\Delta E(EC_n) = \frac{1}{\alpha_n} \left[ \ln \left( \sum_{A_{j,1} \in A(n)} e^{(\lambda V_{nj}^1)} \right) - \ln \left( \sum_{A_{j,0} \in A(n)} e^{(\lambda V_{nj}^0)} \right) \right]$  (11, queda expresada en términos del tiempo transcurrido, tiempo para agravarse, el tiempo de espera y el estrato socioeconómico del individuo; las gráficas se construyeron teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

El valor de  $T_t$  se fijó en 0, tipificando que la emergencia acaba de suceder. En el caso de la variable  $T_a$  se tomaron valores de 10, 30, 120 minutos representando los tres estados del paciente evaluados (inconsciente, consciente sin movimiento y consciente con movimiento) y la clasificación del triaje (ver Tabla 1. Clasificación de pacientes en los servicios de urgencias y emergencias). El rango de análisis se tomó máximo de 60 minutos, considerando irracional un tiempo mayor para la atención

de un paciente que solicite un servicio de emergencia médica. Además, se construyeron curvas para cada estrato socioeconómico.

Finalmente, las curvas se aproximaron a una función polinómica expresada solo en función del tiempo de espera con el fin de facilitar su aplicación. Para cada uno de los casos fue posible verificar un buen ajuste de la curva expresada con su respectivo R cuadrado ajustado.

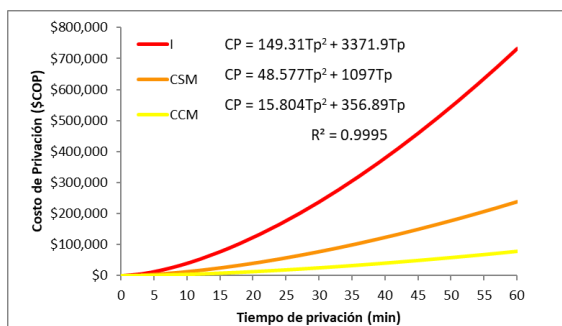


Figura 4 FCP por estado del paciente para estrato bajo.

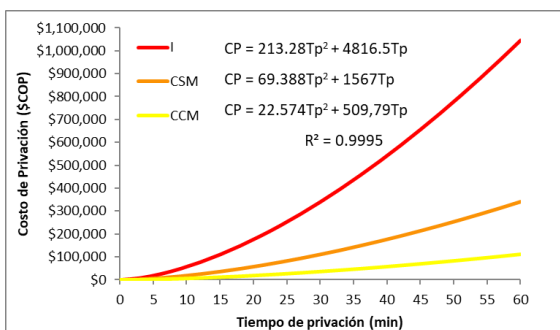


Figura 5 FCP por estado del paciente para estrato medio.

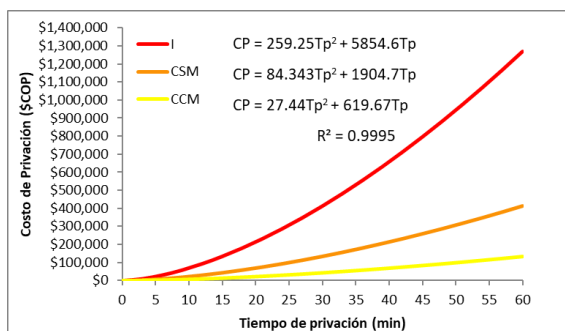


Figura 6 FCP por estado del paciente para estrato alto.

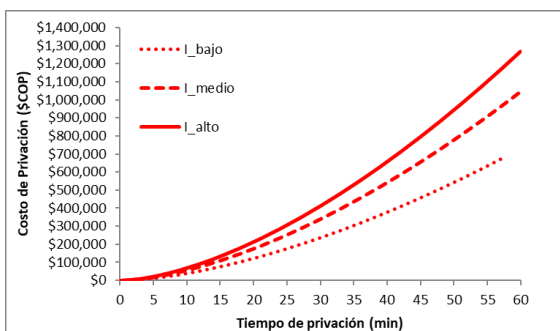
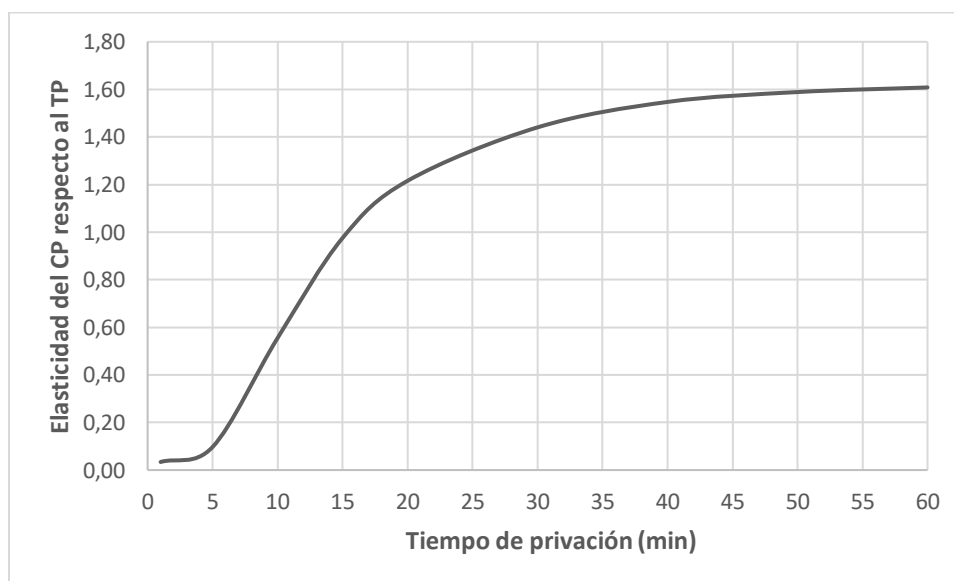


Figura 7 FCP para estado inconsciente para cada uno de los estratos.

De las FCP estimadas se observa que, sin importar el estrato socioeconómico, la pérdida de bienestar de un paciente en un estado más crítico es mayor que un paciente menos crítico. Este resultado puede dar cuenta que las curvas FCP halladas de alguna manera tienen asociado la valoración del riesgo que la persona está dispuesta a tomar según la gravedad del paciente que se encuentra ante una emergencia médica. A manera de ejemplo, para un individuo de estrato alto, a los 15 minutos de privación su pérdida de bienestar estará evaluada en 15.500 COP, 47.500 COP, 146.000 COP, de acuerdo al estado del paciente. Este resultado se encuentra coherente con los estudios realizados por Bose et al (2012) quienes encontraron que la DAP es mayor para un paciente que se encuentra ante una situación que amenaza la vida que para un paciente que se encuentra en una emergencia causante de discapacidad. A su vez, este último es mayor que la DAP para una emergencia simple. Adicionalmente, encontraron que para el precio actual del SEM solo el 47% de los encuestados están dispuestos a pagar por un SEM durante una emergencia que amenaza la vida, y solo el 22% pagarían para una emergencia que causa discapacidad.

Por otra parte, de las FCP estimadas definen el comportamiento de la pérdida de bienestar para los diferentes estratos socioeconómicos ante una misma condición del paciente. Para el caso de la Figura 7 ante un estado de inconsciencia y un tiempo de privación asociado de 15 minutos, la pérdida de bienestar se puede valorar en 84.000 COP en individuos de estrato socioeconómico bajo, 120.000 COP para aquellos que pertenecen estrato socioeconómico medio y de 146.000 COP para los residentes en zonas de estrato socioeconómico alto. Sin embargo, cuando el tiempo de privación aumenta a 30 minutos los costos de privación aumentan a 235.000 COP para los estratos bajos, a 336.000 COP para estratos medios y 409.000 COP para estratos altos. Estos resultados reflejan similitud con los trabajos de Hey & Lambert (1980) y Imedio-Olmedo et al. (2012), mostrando la relación entre la privación y el ingreso de los individuos. En un contexto de SEM, Bose 2012 muestran que el aumento en 1 Quetzal (equivalente a US\$ 12,40 en el 2010) en el ingreso diario del hogar se asocia con un aumento del 1.4% en la disposición promedio a pagar por un SEM. Estos resultados fueron obtenidos para un modelo de regresión múltiple y en un contexto rural aún así respalda la relación que existe entre los ingresos y la DAP por un SEM.

Adicionalmente se calculó la elasticidad del costo de privación(CP) respecto al tiempo de privación(TP), basado en el modelo estimado. Tal como se observa en la Figura 8, las elasticidades muestran una forma creciente en el rango entre 5 y 45 minutos de privación con valores entre 0.1 a 1.6. Este resultado evidencia la relación de la DAP Enel tiempo de carencia.



**Figura 8 Relación del TP y la elasticidad del CP con respecto al TP.**

En definitiva, los valores y el comportamiento de los costos sociales derivados de la no atención oportuna en una situación de emergencia médica resultan ser significativos y por ende, de suma importancia en la planificación, operación, gestión y concertación de políticas públicas, encaminadas a prestar servicios eficientes con una mejor distribución de los recursos y con un enfoque social.

## 4 Conclusión

En este estudio fue posible estimar FCP basado en modelos de elección discreta, que permiten valorar la pérdida de bienestar asociado a la no atención inmediata por un SEM. Estas funciones presentan una forma no lineal, convexa y creciente con respecto al tiempo de privación.

Dentro de los atributos que describen las FCP se encuentran: el costo del servicio, el tiempo de espera del servicio, el tiempo transcurrido al momento de tomar la decisión, el tiempo para agravarse y el estrato socioeconómico. La inclusión de la variable tiempo para agravar permitió evaluar la valoración para diversos niveles de gravedad del paciente, lo cual podría asociarse a una valoración del riesgo. Esta valoración resultó ser mayor para estados más graves. Además, el estrato socioeconómico mostró ser altamente influyente en la valoración de la pérdida de bienestar.

Los costos de privación obtenidos para el caso de aplicación parecen ser significativamente importantes. Por lo tanto, se recomienda incluir estos resultados en la planeación, operación, gestión y concertación de políticas públicas relacionadas con los SEM. De esta manera aumentar la eficiencia del sistema, mejorar la distribución de los recursos y contribuir a la equidad social.

Para investigaciones futuras se espera poder estimar modelos más avanzados que incluyan parámetros aleatorios del tiempo (incertidumbre en los tiempos), incluir parámetros adicionales como la edad de la persona afectada (niño, adulto o adulto mayor) y variables latentes como por ejemplo percepción del riesgo. Además, se recomienda probar otras formas funcionales para representar las FCP. Finalmente, se espera poder vincular las FCP a modelos de localización, asignación y ruteo de vehículos de emergencia con el fin de cuantificar la importancia de incluir esta valoración en este tipo de modelos.

## 5 Referencias

Abadía-barrero, C. *et al.* (2008) 'Perspectivas Inter-Situadas Sobre El capitalismo en la Salud: desde Colombia Y Sobre Colombia', *Palimpsestus*, 6, pp. 163–176. Available at: <http://sedlocal.sedbogota.edu.co/cdlusme/images/stories/saludalcolegio/perspectivas.pdf>.

Alcaldía de Barranquilla (2017) *Conoce a Barranquilla*.

Aringhieri, R. *et al.* (2017) 'Emergency medical services and beyond: Addressing new challenges through a wide literature review', *Computers and Operations Research*. Elsevier, 78(July 2015), pp. 349–368. doi: 10.1016/j.cor.2016.09.016.

Bateman, I. (1993) 'Valuation of the environment, methods and techniques: revealed preference methods', *Sustainable Environmental Economics and Management: Principles and practice*, Belhaven Press, London and New York.

Ben-Akiva, M. and Lerman, S. R. (1985) *Discrete Choice Analysis. Theory and Application to Travel Demand*. Edited by T. M. Press. Cambridge, Massachusetts.

Bierlaire, M. (2003) 'BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models'. Ascona, Switzerland.



- Blackwell, T. H. *et al.* (2009) 'LACK OF ASSOCIATION BETWEEN PREHOSPITAL RESPONSE TIMES AND PATIENT OUTCOMES', *Prehospital Emergency Care*, 13(4), pp. 444–450. doi: 10.1080/10903120902935363.
- Blackwell, T. H. and Kaufman, J. S. (2002) 'Response time effectiveness: Comparison of response time and survival in an urban emergency medical services system', *Academic Emergency Medicine*, 9(4), pp. 288–295. doi: 10.1197/aemj.9.4.288.
- Blanchard, I. E. *et al.* (2012) 'EMERGENCY MEDICAL SERVICES RESPONSE TIME AND MORTALITY IN AN URBAN SETTING', *Prehospital Emergency Care*, 16(1), pp. 142–151. doi: 10.3109/10903127.2011.614046.
- Bose, S. K. *et al.* (2012) 'Willingness to pay for emergency referral transport in a developing setting: A geographically randomized study', *Academic Emergency Medicine*, 19(7), pp. 793–800. doi: 10.1111/j.1553-2712.2012.01382.x.
- Bradley, M. A. and Kroes, E. (1990) 'Forecasting issues in stated preference survey research', *69th TBR Annual Meeting, Washington DC, Enero 1990, EE.UU.*
- Cantillo *et al.* (2017) 'Discrete choice approach for assessing deprivation cost in humanitarian relief operations', *Socio-Economic Planning Sciences*. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.seps.2017.06.004.
- Cantillo, V. *et al.* (2017) *Assessing economic benefits and costs of humanitarian relief: discrete choice modeling approach*.
- Carson, R. T. *et al.* (1994) 'Experimental analysis of choice', *Marketing Letters*, 5, pp. 351–368. doi: 10.1007/BF00999210.
- Culyer, A. and Newhouse, J. (2000) *Handbook of health economics*. Elsevier. Edited by A. Culyer and N. Joseph.
- Domencich, T. A. and McFadden, D. (1975) 'Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis', *North-Holland Publishing Company Limited*.
- Freeman (1993) 'The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods', *Resources for the Future, Washington, DC*.
- Gafni, A. (1991) 'Willingness-to-Pay as a Measure of Benefits : Relevant Questions in the Context of Public Decisionmaking about Health Care Programs Author ( s ): Amiram Gafni Published by : Lippincott Williams & Wilkins Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/3765994> Co', *Medical Care*, 29(12), pp. 1246–1252.
- Gómez, J. (2003) 'Clasificación de pacientes en los servicios de urgencias y emergencias: Hacia un modelo de triaje estructurado de urgencias y emergencias', *Emergencias*, 15(1), pp. 165–174.
- Gonzalez, R. P. *et al.* (2009) 'Does increased emergency medical services prehospital time affect patient mortality in rural motor vehicle crashes ? A statewide analysis', *The American Journal of Surgery*. Elsevier Inc., 197(1), pp. 30–34. doi: 10.1016/j.amjsurg.2007.11.018.
- Gossain, J. (2012) 'Así se robaron el sistema de salud de los colombianos', *El Tiempo*, pp. 1–9. Available at: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-11420683>.

- Hanley, N., Mourato, S. and Wright, R. E. (2001) 'Choice modelling approaches: a superior alternative for environmental valuation?', *Journal of Economic Surveys*, 15(3), pp. 435–462.
- El Heraldo (2016) 'Las siete empresas de ambulancias investigadas por desvíos de pacientes', October.
- Hey, J. and Lambert, P. (1980) 'Relative deprivation and the Gini coefficient: comment', *The Quarterly Journal of Economics*. Available at: <http://www.jstor.org/stable/1885094> (Accessed: 1 July 2017).
- Holguín-Veras, J. *et al.* (2012) 'On the unique features of post-disaster humanitarian logistics', *Journal of Operations Management*. Elsevier B.V., 30(7–8), pp. 494–506. doi: 10.1016/j.jom.2012.08.003.
- Holguín-Veras, J. *et al.* (2013) 'On the appropriate objective function for post-disaster humanitarian logistics models', *Journal of Operations Management*. Elsevier B.V., 31(5), pp. 262–280. doi: 10.1016/j.jom.2013.06.002.
- Holguín-Veras, J. *et al.* (2016) 'Econometric estimation of deprivation cost functions: A contingent valuation experiment', *Journal of Operations Management*, 45, pp. 44–56. doi: 10.1016/j.jom.2016.05.008.
- Hsia, R. Y. *et al.* (2015) 'Prehospital and Emergency Care: Updates from the Disease Control Priorities, Version 3', *World Journal of Surgery*. Springer US, 39(9), pp. 2161–2167. doi: 10.1007/s00268-015-2997-5.
- Imedio-Olmedo, L. J., Parrado-Gallardo, E. M. and Bárcena-Martín, E. (2012) 'Income Inequality Indices Interpreted as Measures of Relative Deprivation/Satisfaction', *Social Indicators Research*, 109(3), pp. 471–491. doi: 10.1007/s11205-011-9912-8.
- Institute for Health Metrics and Evaluation (2015) *Country Profile: Colombia*. Available at: <http://www.healthdata.org/colombia>.
- Jaldell, H., Lebnak, P. and Amornpetchsathaporn, A. (2014) 'Time Is Money , But How Much ? The Monetary Value of Response Time for Thai Ambulance Emergency Services', *Value in Health*. Elsevier, 17(5), pp. 555–560. doi: 10.1016/j.jval.2014.05.006.
- Jiménez, M. L. (2016) *Alcaldía Mayor de Bogotá, 800.000 llamadas recibe anualmente el CRUE*. Available at: <http://bogota.gov.co/article/temas-de-ciudad/salud/800.000-llamadas-recibe-anualmente-el-crue>.
- Jiménez Fabrega, X. and Espila, J. L. (2010) 'Códigos de activación en urgencias y emergencias. La utilidad de priorizar', *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 33, pp. 77–88.
- Keeffe, C. O. *et al.* (2011) 'Role of ambulance response times in the survival of patients with out-of-hospital cardiac arrest', *Emerg Med J*, 28, pp. 703–707. doi: 10.1136/emj.2009.086363.
- Kocur, G., Adler, T. and Hyman, W. (1982) 'Guide to forecasting travel demand with direct utility assessment', *Urban Mass Transportation Administration*, No UMTA-NH.
- Lerner, E. B. *et al.* (2006) 'Economic Value of Out-of-Hospital Emergency Care: A Structured Literature Review', *Annals of Emergency Medicine*, 47(6), pp. 515–524. doi:

10.1016/j.annemergmed.2006.01.012.

Louviere, J. ., Hensher, D. . and Swait, J. . (2000) 'Stated Choice Methods: Analysis and Applications', (Cambridge University Press).

McCooy, C. E. *et al.* (2013) 'Emergency Medical Services Out-of-Hospital Scene and Transport Times and Their Association With Mortality in Trauma Patients Presenting to an Urban Level I Trauma Center', *Annals of Emergency Medicine*. Elsevier Inc., 61(2), pp. 167–174. doi: 10.1016/j.annemergmed.2012.08.026.

McFadden, D. (1974) 'The measurement of urban travel demand', *Journal of Public Economics*, 3, pp. 303–328. doi: [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(74\)90003-6](https://doi.org/10.1016/0047-2727(74)90003-6).

McFadden, D. (1994) 'Contingent Valuation and Social Choice', *American Journal of Agricultural Economics*, 76, pp. 689–708.

McFadden, D. (1995) *Computing Willingness-to-pay in Random Utility Models, Trade, Theory and Econometrics: Essays in Honour of John S. Chipman*. doi: 10.4324/9780203074206.ch15.

Mengoni, A., Seghieri, C. and Nuti, S. (2013) *The application of discrete choice experiments in health economics : a systematic review of the literature, n. 01/2013*.

Mills, A. *et al.* (2002) 'What can be done about the private health sector in low-income countries?', *Bulletin of the World Health Organization*, 80(4), pp. 325–330. doi: 10.1590/S0042-96862002000400012.

Ministerio de Salud y Protección Social (2012) *Guías Básicas de Atención Médica Prehospitalaria*. Segunda. Bogotá D.C Colombia.

Ministerio de Salud y Protección Social (2017) *Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud - REPS*. Available at: <https://prestadores.minsalud.gov.co/habilitacion/>.

Mitchell, R. C. and Carson, R. T. (1989) 'Using surveys to value public goods: the contingent valuation method', *Resources for the Future, Washington D. C., Estados Unidos*.

Molina, G. and Ramírez, A. (2013) 'Conflicto de valores en el sistema de salud de Colombia: entre la economía de mercado y la normativa constitucional, 2007-2009', *Revista Panamericana de Salud Pública*, 33(4), pp. 287–293. doi: 10.1590/S1020-49892013000400008.

Molina Marín, G. *et al.* (2010) 'Dilemas en las decisiones en la atención en salud . Ética , derechos y deberes constitucionales frente a la rentabilidad financiera en el sistema de salud colombiano', *Revista Gerenc.Política Salud, Bogotá ( Colombia)*, 9(18), pp. 103–117.

Molina Marin, G. and Caceres Manrique, F. (2011) 'Gestion institucional bajo la presion del mercado competitivo en el sistema de salud colombiano, 2007-2008', *latreia*, 24(1), pp. 16–25.

Available at:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsgao&AN=edsgcl.251535855&site=eds-live>.

Newgard, C. D. *et al.* (2010) 'Emergency Medical Services Intervals and Survival in Trauma: Assessment of the "Golden Hour" in a North American Prospective Cohort', *Ann Emerg Med*, 55(3), pp. 235–246. doi: 10.1016/j.annemergmed.2009.07.024.Emergency.

- Ohshige, K. *et al.* (2005) 'A contingent valuation study of the appropriate user price for ambulance service', *Academic Emergency Medicine*, 12(10), pp. 932–940. doi: 10.1197/j.aem.2005.05.033.
- Ortúzar, J. D. D. and Garrido, R. A. (2000) 'Rank, rate or choice?: an evaluation of SP methods in Santiago', in Perspectives 4 and Ltd, P. E. and R. S. (eds) *Stated Preference Modelling Techniques*. Inglaterra, pp. 53–72.
- Ortúzar, J. and Willumsen, L. G. (2011) *Modelling Transport*. 4ta edn. Edited by John Wiley & Sons. doi: 10.1002/9781119993308.
- Pell, J. P. *et al.* (2001) 'Effect of reducing ambulance response times on deaths from out of hospital cardiac arrest : cohort study', *BMJ*, 322(June), pp. 9–12.
- Pons, P. T. *et al.* (2005) 'Paramedic response time: Does it affect patient survival?', *Academic Emergency Medicine*, 12(7), pp. 594–600. doi: 10.1197/j.aem.2005.02.013.
- Riveros Pérez, E. and Amado González, L. (2012) 'Modelo de salud en Colombia: ¿financiamiento basado en seguridad social o en impuestos?', *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 11(23), pp. 111–120.
- Rizzi, L. I. and Ortúzar, J. de D. (2003) 'Stated preference in the valuation of interurban road safety', *Accident Analysis and Prevention*, 35(1), pp. 9–22. doi: [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(01\)00082-3](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00082-3).
- Rose, J. M. and Bliemer, M. C. J. (2007) 'Stated Preference Experimental Design Strategies', in HENSHER, D. A. and BUTTON, K. J. (eds) *Handbook of Transport Modelling*. Second. Amsterdam: Elsevier, pp. 151–180.
- Saelensminde, K. (1999) *Valuation of Nonmarket Goods for Use in Cost-Benefits Analyses: Methodological Issues*. Agricultural University of Norway.
- Sánchez-Mangas, R. *et al.* (2010) 'The probability of death in road traffic accidents. How important is a quick medical response?', *Accident Analysis and Prevention*, 42(4), pp. 1048–1056. doi: 10.1016/j.aap.2009.12.012.
- Scott, A., Maynard, A. and Elliott, R. (2005) *Advances in health economics*. John Wiley & Sons.
- Secretaria De Salud Pública Distrital De Barranquilla (2017) *Informe de Gestión 2016*.
- Small, K. and Rosen, H. (1981) 'Applied economics with discrete choice models.', *Econometrica*, 49(1), pp. 105–130. doi: 10.2307/1911129.
- El Tiempo (2016) 'Investigan traslados irregulares de heridos en accidentes de tránsito', February.
- Train, K. E. (2009) *Discrete Choice Methods with Simulation*. Second. Edited by U. of California, Berkeley, and NERA. New York, United States of America.
- Ty Wilde, E. (2013) 'DO EMERGENCY MEDICAL SYSTEM RESPONSE TIMES MATTER FOR HEALTH OUTCOMES ?', *HEALTH ECONOMICS*, 22, pp. 790–806. doi: 10.1002/hec.
- Varian, H. (1992) *Microeconomic Analysis*. Edited by Norton and Company.

Williams, H. (1977) 'On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefits', *Environment and Planning A*, 9(3), pp. 285–344.